SUR LES

AVANTAGES

DES

VERRES OBJECTIFS COMPOSÉS
DE DEUX VERRES SIMPLES.

PAR M. L. EULER.

I.

Quand je considere bien la construction des verres objectifs formés de deux especes différentes de verre pour détruire, tant la dispersion des couleurs, que la confusion causée par l'ouverture, j'en trouve l'exécution assujettie à tant de difficultés, qu'on n'y sauroit presque jamais réussir; & quand même on réussiroit, je doute fort que les avantages fussent si importans, qu'on s'imagine. Je pose en fait, qu'on ait découvert deux especes de verre, à l'une desquelles convienne la raison de réfraction 31 : 20 & à l'autre 3 : 2, quoique je doute fort que la différence puisse aller si loin: & la figure ci-jointe représente un tel objectif composé, dont la distance de foyer seroit de 100 pouces. Le premier verre AB est également convexe des deux côtés, le rayon de la convexité étant d'un pouce & demi; l'autre CD est concave des deux côtés, le rayon de sa face d'avant étant aussi d'un pouce & demi, & de celle de derriere de $1\frac{9}{10}$ pouce. Le premier AB qu'on doit tourner vers l'objet, est fait de l'espece de verre qui a la moindre réfraction, & le concave CD de l'autre espece à laquelle convient la plus grande réfraction. Pl. VIII. Fig. 3.

2. Le foyer du verre convexe étant employé tout ſeul, ne tomberoit qu'à la diſtance d'1⅓ pouce environ; mais l'autre verre concave, dont la diſtance négative de foyer eſt à peu près la même, l'étend à 100 pouces. Or il faut bien remarquer, que tous les défauts qui pourroient ſe trouver dans ces verres, ſont multipliés dans la même raiſon, & deviennent par conſéquent 75 fois plus ſenſibles. Quoique l'art de polir les verres ſoit porté à un aſſez haut degré de perfection, il eſt pourtant impoſſible d'y éviter tous les défauts, & l'on ſe contente, pourvu que ces erreurs ne ſoient pas trop ſenſibles. Mais, lorſqu'elles ſont rendues 75 fois plus grandes, on comprend aiſément que, quelques petites qu'elles ſoient en elles-mêmes, leur effet doit devenir par cette multiplication tout à fait inſupportable. Auſſi peut-on bien ſoutenir, que même le plus habile artiſte, qui s'y appliqueroit avec tous les ſoins imaginables, ne réuſſiroit peut-être pas une ſeule fois dans cent eſſais & plus; & alors il s'en faudra encore beaucoup que cet ouvrage réponde parfaitement à la Théorie.

3. Mais ſuppoſons que l'Artiſte ait parfaitement bien réuſſi: cependant les avantages ne ſeront pas ſi conſidérables qu'on auroit lieu de s'y attendre. La petiteſſe des ſpheres, d'où les faces de ces verres ſont priſes, permettra à peine une ouverture d'un pouce en diametre, & partant cet objectif ne ſauroit groſſir les objets que 30 fois tout au plus; à cet égard il ne ſeroit donc pas préférable à un objectif ordinaire de 4 pieds de foyer: & il paroit encore fort douteux, ſi l'avantage, que cet objectif eſt délivré de la diſperſion des couleurs, compenſe ſuffiſamment l'augmentation dans la diſtance du foyer. Il eſt bien vrai qu'en augmentant les meſures de ces objectifs, les avantages ſur les ordinaires deviennent plus conſidérables, puiſqu'un tel objectif de 500 pouces de foyer admettroit une ouverture de 5 pouces en diametre, laquelle répond à un objectif ſimple du même foyer. Mais l'exécution rencontrera d'autant plus d'obſtacles, plus la diſtance de foyer doit être grande.

4. Par

4. Par ces raisons j'ose assurer, que les objectifs de M. Dollond, dont le dernier Volume des Transactions parle avec les plus grands éloges, ne sont pas construits selon les regles que je viens d'établir & de démontrer. On y vante en particulier la grande ouverture que ces objectifs admettent, ce qui ne sauroit convenir à la grande courbure des faces. Au reste, de la maniere équivoque & mystérieure dont M. Dollond parle de cette découverte, il semble qu'il a établi une beaucoup plus grande inégalité entre la convexité & la concavité de ses deux verres. Après avoir dit, que les réfractions de ses deux especes de verre different comme 2 à 3, ce qui ne sauroit avoir aucun sens intelligible, il ajoute ensuite, que les foyers de ses deux verres suivent la même proportion; de sorte que, si le foyer du verre convexe étoit à deux pieds, celui du concave seroit de trois pieds, & partant le foyer de ces deux verres combinés tomberoit à la distance de 6 pieds.

5. De là je tire cette facheuse conséquence, que si ma Théorie est vraie, il est absolument impossible que ces objectifs composés de M. Dollond ayent été délivrés de la dispersion des couleurs, comme M. Short le témoigne très positivement. Je ne voudrois pas aussi douter de la justesse des expériences, sur lesquelles ce grand témoignage est fondé, si je voyois la moindre possibilité de concilier ce prétendu fait avec aucune hypothese sur la réfraction, quelque bizarre qu'on l'imagine: & outre cela, les expériences mêmes de M. Dollond, par lesquelles il a comparé la réfrangibilité & la dispersion des couleurs causée par ses deux especes de verre, ne contiennent rien qui ne soit très bien d'accord avec ma Théorie. Cette considération m'a bien embarrassé, & il m'est aussi difficile de révoquer en doute des témoignages si solennels, que d'abandonner une Théorie, qui me paroit parfaitement bien fondée, pour embrasser un sentiment aussi contraire à toutes les loix établies dans la Nature, qu'il est bizarre & révoltant. Dans cette situation, on ne me blâmera pas d'avoir fait tant d'efforts, peut-être inutiles, pour concilier tout ce qu'on nous annonce sur les objectifs de M. Dollond, avec les principes qui me paroissent très solidement établis.

6. D'abord je tombe d'accord ſur un article, qui me paroit le plus eſſentiel, & je crois que les deux verres que M. Dollond a joints enſemble, ont été ſi heureuſement travaillés, qu'ils n'ont produit aucune confuſion rélative à l'ouverture des verres, de ſorte qu'ils en ont pu recevoir une auſſi grande, que leur grandeur le permettoit. Or la confuſion cauſée par une trop grande ouverture eſt un défaut ſi conſidérable dans les objectifs ordinaires, qu'elle entraine toujours la diſperſion des couleurs. Pour s'en convaincre, on n'a qu'à donner une trop grande ouverture à un objectif ordinaire d'une lunette, & l'on remarquera toujours, qu'avec la confuſion qui en réſulte proprement, le défaut des couleurs devient auſſi inſupportable, pendant qu'on n'avoit pas lieu de s'en plaindre, tant que l'ouverture étoit aſſez petite. Auſſi voyons-nous que les Aſtronomes, quand ils ſont incommodés par la diſperſion des couleurs, rétréciſſent l'ouverture de leurs objectifs avec un très bon ſuccès.

7. Cependant je ne nie pas que les deux défauts des objectifs ordinaires, ſavoir la confuſion de l'image & la diſperſion des couleurs, ne different très eſſentiellement; mais lorſque les rayons qui paſſent par les extrémités d'un objectif, repréſentent les images dans un autre lieu, que ceux qui paſſent par le milieu, la diverſe réfrangibilité des rayons dont les deux images ſont affectées, devient d'autant plus inſupportable. Tant que les images formées par les rayons qui paſſent par le milieu & les extrémités du verre, tombent à peu près au même lieu, l'oculaire a la propriété de redreſſer le défaut de la diverſe réfrangibilité des rayons, en les ramenant à la même direction. Or ce remede ne ſauroit plus avoir lieu, quand à cauſe d'une trop grande ouverture les images des objets ſont étendues par un trop grand eſpace, puiſqu'alors les diverſes couleurs deviennent trop divergentes, pour que l'oculaire les puiſſe ranger ſur une même direction.

8. Donc, dès qu'on eſt en état de procurer aux objectifs ce degré de perfection, que tous les rayons tranſmis par leur ouverture ſont réunis aux mêmes points, un tel objectif eſt non ſeulement déli-

vré

vré du défaut de la confusion rélative à l'ouverture, mais aussi la dispersion des couleurs n'y sera presque plus sensible. Par cette raison, je ne doute nullement, que ce ne soit le cas des objectifs, que M. Dollond vient d'exécuter avec un si bon succès; & je crois que les deux verres qu'il joint ensemble, ont cette propriété, que la confusion de l'image en est parfaitement anéantie. Il suffisoit de réussir à cet égard pour réduire presque à rien aussi la dispersion des diverses couleurs, sans que les deux verres remédient actuellement à la diverse réfrangibilité des rayons. La diversité du verre qu'il y emploie, peut bien diminuer tant soit peu la diverse réfrangibilité; mais je crois que s'il faisoit ses deux verres de la même matiere, il en retireroit presque les mêmes avantages.

9. Je mets donc le grand mérite de cette importante découverte de M. Dollond uniquement dans l'adresse avec laquelle il a su travailler deux verres en sorte, que l'un détruisît exactement la confusion que l'autre produiroit par son ouverture, sans que la diverse réfrangibilité y entre en considération. Je crois même que cette découverte est beaucoup plus importante, que si l'on réussissoit un jour à composer des objectifs de deux différentes especes de verre, qui fussent entierement exempts de l'un & de l'autre défaut. La grande courbure qu'on seroit obligé de donner aux faces de ces verres, mettroit toujours des bornes trop étroites à leur ouverture: & ceux de M. Dollond mériteroient toujours la préférence. Donc, tant s'en faut que je voulusse les dépouiller des grands éloges, qu'on en a fait, que je les regarde plutôt comme la plus excellente découverte qu'on puisse faire dans la Dioptrique.

10. J'abandonnerai donc ici l'idée que j'ai eue autrefois de remédier à la différente réfrangibilité des rayons, en employant diverses matieres réfringentes; & je bornerai à présent mes recherches à réduire à rien la seule confusion causée par l'ouverture des verres, puisque la dispersion des couleurs devient en même tems assez insensible. Or je remarque qu'on peut arriver à ce but, en n'employant

 qu'une

qu'une ſeule eſpece de verre. & qu'il eſt toujours poſſible de conſtruire deux verres en ſorte, qu'étant joints ils anéantiſſent tout à fait la confuſion que cauſeroit d'ailleurs leur ouverture. Par ce moyen on obtiendra des objectifs auſſi excellens qu'on puiſſe ſouhaiter, où même le défaut de la diſperſion des couleurs n'eſt point à craindre; & comme il y a une infinité de manieres de former de tels verres objectifs, on aura la commodité d'en choiſir pour chaque cas celle qu'on jugera la plus convenable: on eſt auſſi le maître d'éviter les grandes courbures autant qu'on veut, pour rendre ces verres ſuſceptibles de la plus grande ouverture.

11. Je ne m'arrêterai pas au calcul aſſez ennuyeux, par lequel on détermine la diffuſion de l'image cauſée par l'ouverture, ayant déjà autrefois développé cette analyſe; & partant je me contenterai d'en rapporter la formule qui conduit à la ſolution de la queſtion que j'ai
Pl. VIII. Fig. 4. en vue. Je conſidere donc en général deux verres quelconques, AB & CD, que je regarde comme convexes des deux côtés, & je poſe les rayons des faces $AaB = a$; $AbB = b$; $CcD = c$; $CdD = d$. Soit enſuite la raiſon de réfraction de l'air dans le verre comme $m : 1$, qu'on ſuppoſe communément comme 31 à 20, de ſorte que $m = \frac{31}{20}$. Ces deux verres étant joints enſemble, que leur foyer commun tombe en K, de ſorte que la diſtance derriere les verres ſoit $dK = k$, que je regarde comme donnée; & il s'agit de déterminer l'eſpece de ces deux verres, ou bien les rayons a, b, c, d en ſorte, que tous les rayons ſe réuniſſent au même point K, quelque grande que ſoit l'ouverture; je ne parle que des rayons d'une certaine eſpece, ſans avoir égard à la diverſe réfraction des rayons colorés.

12. Pour cet effet, je forme d'abord les deux quantités $p = \frac{1}{\lambda}(\lambda - 1)k$ & $q = -(\lambda - 1)k$, où λ marque un nombre pris à volonté, & de là j'exprime les quatre rayons en ſorte qu'il ſoit:

$a =$

$$a = \frac{m-1}{\mu}p;\ b = \frac{m-1}{1-\mu}p;\ c = \frac{m-1}{\nu}q;\ d = \frac{m-1}{1-\nu}q,$$

où les nombres μ & ν doivent être déterminés par les formules suivantes:

$$\mu = \frac{m(2m+1)+my}{2(m+2)} \quad \nu = \frac{m(2m+1)-4\lambda(mm-1)+mz}{2(m+2)},$$

dont les nombres y & z doivent être pris en sorte qu'ils satisfassent à cette équation:

$$zz = (4m-1)(\lambda^3-1)+4(m-1)^2\lambda(\lambda-1)+\lambda^3 yy.$$

Ici il est évident, que les deux nombres λ & y peuvent être pris à volonté, pourvu qu'ils fournissent des valeurs réelles pour z: d'où résulte une variété infinie dans les verres, qui seront tous également propres à notre dessein.

13. A l'égard du nombre y, je remarque d'abord, qu'il est bon de le prendre en sorte qu'il devienne $\mu = \frac{1}{2}$, afin que les deux faces du premier verre AB obtiennent la même figure; ce qui en facilite non seulement l'exécution, mais leurs faces deviendront aussi peu courbées qu'il est possible; ce qui est un grand avantage pour procurer une plus grande ouverture. Posons donc $\mu = \frac{1}{2}$ pour avoir $a = b = 2(m-1)p$, & puisque $m + 2 = 2mm + m + my$, nous aurons $y = \frac{-2(mm-1)}{m}$.

14. Supposons maintenant $m = \frac{31}{20} = 1,55$, & ayant pris $p = \frac{1}{\lambda}(\lambda-1)k$, & $q = -(\lambda-1)k$, nous aurons d'abord pour les rayons des faces:

$$a = b = \tfrac{11}{10}p;\quad c = \frac{0,55}{\nu}q \quad \&\ d = \frac{0,55}{1-\nu}q.$$

En-

Enſuite on trouve :

$$\begin{array}{cccc} & 9{,}9518573 & 9{,}8977046 & 9{,}3390734 \\ v = & 0{,}895070 & -\,0{,}790141\,\lambda & +\,0{,}218310\,z, \end{array}$$

& pour la valeur de z cette équation :

$$zz = 8{,}474933\,\lambda^3 + 1{,}21\,\lambda^2 - 1{,}21\,\lambda - 5{,}2;$$

où je remarque que le nombre λ doit être pris plus grand que 0, 855, pour ne pas tomber dans le cas où z deviendroit imaginaire. Dans les autres cas on trouve toujours deux valeurs pour z, l'une affirmative, l'autre négative, dont il convient de prendre celle-ci, qui donne pour v une valeur plus approchante de $\frac{1}{2}$, afin que les faces du verre de derriere ne deviennent pas trop courbes.

15. Pour mieux connoitre toutes ces eſpeces de verres objectifs composés, je développerai les cas ſuivans :

λ	zz	$0{,}895070 - 0{,}790141\,\lambda$	$0{,}218310\,z$	v
0,9	0,869327	+0,183943	0,203547	0,387490
1,0	3,274933	+0,104929	0,395070	0,499999
1,1	6,213236	+0,025915	0,544167	0,570082
1,2	9,735084	−0,053099	0,681150	0,628051
1,3	13,891326	−0,132113	0,813664	0,681551
1,4	18,732812	−0,211127	0,944876	0,733749
1,5	24,310391	−0,290141	1,076390	0,786249
1,6	30,674913	−0,369155	1,209108	0,839953
1,7	37,877228	−0,448169	1,343577	0,895408
1,8	45,968185	−0,527183	1,480137	0,952954
1,9	54,998634	−0,606197	1,619010	1,012813
2,0	65,019424	−0,685211	1,760334	1,075123
2,1	76,081405	−0,764225	1,904200	1,139975

2,2	88,235427	−0,843239	2,050666	1,207427
2,3	101,532339	−0,922253	2,199761	1,277508
2,4	116,022991	−1,001267	2,351502	1,350235
2,5	131,758232	−1,080281	2,505891	1,425610
2,6	148,788912	−1,159295	2,662923	1,503628
2,7	167,165880	−1,238309	2,822586	1,584277
2,8	186,939986	−1,317323	2,984863	1,667540
2,9	208,162080	−1,396337	3,149737	1,753400
3,0	232,432698	−1,475351	3,328300	1,852949

16. Ayant trouvé ces nombres v, j'en ai tiré les déterminations ſuivantes pour les rayons des quatre faces de nos deux verres.

λ	$a = b$	c	d
0,9	$-0,122222k$	$+0,141939k$	$+0,089794k$
1,0	$0,000000k$	$0,000000k$	$0,000000k$
1,1	$+0,100000k$	$-0,096455k$	$-0,127931k$
1,2	$+0,183333k$	$-0,175145k$	$-0,295732k$
1,3	$+0,253846k$	$-0,242095k$	$-0,518136k$
1,4	$+0,314286k$	$-0,299830k$	$-0,826294k$
1,5	$+0,366666k$	$-0,349762k$	$-1,286544k$
1,6	$+0,412500k$	$-0,392879k$	$-2,061895k$
1,7	$+0,452941k$	$-0,429972k$	$-3,680970k$
1,8	$+0,488888k$	$-0,461722k$	$-9,352550k$

Je ne continue pas cette table, parce que les valeurs du rayon d deviendroient trop grandes, & que le verre de derriere ſe changeroit en méniſque; or on ſait que l'uſage des méniſques, auſſi bien que leur exécution, eſt aſſujettie à de grandes difficultés.

17. Nonobſtant cela, nous avons un aſſez grand nombre d'eſpeces différentes de tels objectifs composés, qui ſont tous également doués de cette excellente propriété, que, quelque grande que

 ſoit

ſoit leur ouverture, il n'en réſulte aucune confuſion. La diverſité de ces eſpeces dépend du rapport entre les rayons des quatre faces; donc, pour la mieux mettre devant les yeux, poſons pour le premier verre AB les rayons $a = b = 1$, & ceux de l'autre verre feront:

c	d
−0,964552	−1,279314
−0,955336	−1,613124
−0,953707	−2,041144
−0,954005	−2,629118
−0,953896	−3,508756
−0,952434	−4,998532
−0,949288	−8,126817
−0,944432	−19,130213

d'où l'on voit que, combinant avec un verre également convexe des deux côtés, dont le rayon ſoit $= 1$, un verre concave des deux côtés, dont le rayon de l'une de ſes faces eſt $= 0,954$, on ſatisfera à la condition requiſe, pourvu que le rayon de l'autre face concave ſe trouve entre les limites 2 & $3\frac{1}{2}$; ce qui eſt un cas très avantageux pour la pratique.

18. Il s'agit donc de choiſir, parmi ces eſpeces, la plus convenable pour la pratique; & d'abord il faut donner l'excluſion à celles qui renferment de trop petits rayons, pour ne pas tomber dans l'embaras mentionné ci-deſſus, où les moindres défauts dans la figure ſont de la plus grande conſéquence; outre que ces verres n'admettent qu'une ouverture fort bornée. Par cette raiſon, je rejetterai les eſpeces où λ eſt plus petit que 1,4, &, puiſque cette eſpece a cet avantage, comme nous venons de voir, que la premiere face du ſecond verre ne ſubit preſque aucun changement, quoiqu'on change la valeur du nombre λ, cette eſpece eſt ſans doute la plus propre pour la pratique. Enſuite, cette eſpece eſt ſuſceptible d'une aſſez grande ouverture, quand même on n'y admettroit que des arcs de 20 degrés; alors le diametre de l'ouverture pourroit être pris la dixieme partie de la diſtance de foyer k, de ſorte qu'un tel verre de 10 pieds de foyer pourroit avoir l'ouverture d'un pied, laquelle ſuffit pour groſſir les objets 400 fois en diametre, moyennant un oculaire de $\frac{1}{40}$ pieds, ou de $\frac{3}{10}$ pouce.

19. Or de trop petits oculaires ſont auſſi ſujets à des incommodités, ſurtout dans les grandes multiplications. Donc, ſi dans le

cas

cas précédent on ne vouloit employer qu'un oculaire d'un demi-pouce environ de foyer, pour grossir seulement 200 fois, une ouverture de 6 pouces seroit suffisante; &, puisqu'elle n'embrasseroit que des arcs de 10°, on auroit encore moins à craindre quelque confusion. Car il faut se souvenir, que le calcul par lequel j'ai déterminé la confusion, est fondé sur une approximation qui s'écarte d'autant moins de la vérité, plus les arcs contenus dans l'ouverture sont petits; & c'est aussi sans doute une grande raison pourquoi il est presque impossible de réussir dans les verres que j'avois proposés autrefois. Cependant, dans le cas présent, il n'y a aucun doute qu'on ne pût bien admettre une plus grande ouverture que de 6 pouces, & alors on profiteroit d'autant plus dans la clarté, ce qui est encore un très grand avantage.

20. Après ces recherches, la conjecture que j'ai hazardée ci-dessus sur la nouvelle construction des objectifs de M. Dollond me paroit portée au plus haut degré de certitude. On n'a qu'à bien considérer toutes les circonstances qu'il allegue, pour se convaincre que ses deux verres sont construits sur une des especes que je viens d'exposer, & en particulier sur celle qui répond au nombre $\lambda = 1,5$. D'abord il s'explique assez clairement, sur ce que le premier verre tourné vers l'objet étoit convexe & l'autre concave; & ensuite, par un raisonnement fort obscur & apparemment peu fondé, il nous découvre, que le rapport entre les distances de foyer du verre convexe & concave étoit comme 2 à 3: or la valeur de $\lambda = 1,5$ donne le même rapport. Enfin, quand il dit, que ce n'est qu'après plusieurs essais qu'il a découvert l'espece du verre concave qui détruit toute confusion, on comprend aisément, comment un grand nombre d'expériences l'a pu conduire à la juste proportion entre les deux faces du verre concave.

21. Cependant, puisque la réfraction du verre concave étoit un peu plus grande que celle du convexe, la proportion entre les rayons des faces aura été un peu différente de celle de mes formules, & les rayons des concavités auront été tant soit peu plus grands. Mais

 j'ose

j'ose assurer hardiment que la diversité du verre n'a rien contribué à la perfection de ces objectifs, & qu'il auroit également réussi en n'employant que la même espece de verre. La diminution dans la dispersion des couleurs, que cette diversité du verre peut produire en posant $\lambda = 1,5$, est trop petite, pour qu'elle puisse devenir sensible: puisque, pour faire évanouir cette dispersion, il faudroit que la valeur de λ fût plus petite que 1,02, comme il est aisé de le démontrer: & de là il s'ensuit que, dans les verres de M. Dollond, la dispersion des couleurs ne sauroit être diminuée que de la douzieme partie tout au plus, quelque grande que soit la différence entre les réfractions de ses deux especes de verre.

22. On ne sauroit donc accorder aux objectifs de M. Dollond qu'une espece de perfection, qui consiste dans la destruction de la confusion causée par l'ouverture du verre, pendant que l'autre défaut des objectifs ordinaires, savoir la dispersion des couleurs, y demeure presque dans son entier. Pour l'autorité de M. Short, qui assure que ces objectifs ne causent aucune dispersion des couleurs, tant s'en faut qu'elle me soit suspecte, que je la regarde plutôt comme une preuve incontestable du sentiment que j'ai avancé ci-dessus: qui porte, que la dispersion des couleurs n'est à craindre, que lorsqu'elle est accompagnée de la confusion qui est causée par l'ouverture des verres. Dès qu'on réussit à faire évanouir cette confusion, la diverse réfrangibilité des rayons ne trouble presque plus la représentation des objets: non qu'elle soit détruite en effet; mais l'oculaire, en rangeant les divers rayons sur la même direction, nous en cache la diversité.

23. Je suis si convaincu de la vérité de ce sentiment, que j'ose provoquer à l'expérience pour prouver, que les objectifs de M. Dollond sont aussi peu exemts des effets de la diverse réfrangibilité des rayons, que les ordinaires. On n'a qu'à examiner dans une chambre obscure la distance du foyer, qui est formé par les rayons rouges & violets, & on y remarquera presque la même différence que Newton a observée dans les verres ordinaires. Mais, en employant un tel objectif

jectif dans une lunette, c'est à l'oculaire qu'on est redevable de ce que cette dispersion devient insensible. Après ces réflexions, il est d'autant plus remarquable que M. Dollond ait été conduit à une découverte si importante par des raisonnemens tout à fait contraires à la nature des choses. Les expériences préalables qu'il a faites, avec des coins formés de différentes especes de verre, n'y pouvoient avoir aucune influence, quoiqu'elles fussent très curieuses, & qu'elles prouvent suffisamment la diverse réfraction des différentes especes du verre.

24. L'excellent effet que produisent les verres objectifs de M. Dollond, m'est donc aussi un sûr garant, que les objectifs que je viens de décrire seront doués de la même qualité, & qu'étant délivrés du défaut de la confusion, ils nous procurent aussi l'avantage, que la dispersion des couleurs ne nous incommodera plus, quand on les joindra avec un bon oculaire. Je crois même que c'est le seul moyen de porter les lunettes au plus haut degré de perfection dont elles sont susceptibles, & qu'il faut renoncer à la construction d'objectifs tels qu'ils redressent la diverse réfrangibilité des rayons de lumiere, puisque d'autres inconvéniens très importans n'en seroient point séparables. Je finirai donc ces recherches par quelques devis de telles Lunettes parfaites, tant pour diriger les Artistes dans leur construction, que pour faire sentir les avantages qu'on en peut attendre.

I Devis.

D'un objectif de 5 pouces de foyer.

Le premier verre AB tourné vers les objets sera également Fig. 5.
convexe des deux côtés, le rayon étant $1\frac{57}{100}$ pouce. L'autre verre CD sera concave des deux côtés, mais inégalement,

le rayon étant de la face $\begin{cases} \text{de devant } 1\frac{50}{100} \text{ pouce,} \\ \text{de derriere } 4\frac{13}{100} \text{ pouces.} \end{cases}$

Il semble que cet objectif admettra bien une ouverture de $\frac{6}{10}$ pouce, & partant il pourra être employé à grossir 20 fois les objets en diametre:

pour cet effet il faudra prendre un oculaire d'un quart de pouce de foyer. Un oculaire concave de ce foyer produira le même effet, & préſentera les objets debout. Une telle petite lunette aura toujours ſon mérite; mais l'avantage ſera d'autant plus grand, plus on augmentera la diſtance de foyer.

II Devis,
d'un objectif de 10 *pouces de foyer.*

Prenant le premier verre AB également convexe des deux côtés, le rayon de chaque convexité doit être de $3\frac{14}{100}$ pouces. Pour l'autre verre CD, inégalement concave des deux côtés, on mettra

le rayon de la face { de devant 3 pouces exact:
de derriere $8\frac{26}{100}$ pouces.

Un peu plus qu'un pouce d'ouverture pourra très bien avoir lieu dans cet objectif, & par ce moyen on obtiendra un groſſiſſement de 30 fois en diametre, en employant un oculaire d'un tiers de pouce de foyer. Il y a toute apparence qu'une telle lunette découvrira aſſez diſtinctement les Satellites de Jupiter.

III Devis,
d'un objectif de 20 *pouces de foyer.*

Pour le premier verre AB, également convexe des deux côtés, le rayon de chaque face doit être pris de $6\frac{28}{100}$ pouces. Or, pour l'autre verre CD concave des deux côtés, on doit prendre

le rayon de ſa face { de devant de 6 pouces,
de derriere de $16\frac{53}{100}$ pouces.

A ces verres on pourra très bien donner une ouverture de deux pouces & au delà; cependant je ne les voudrois employer que pour un groſſiſſement de 50 fois en diametre, pour obtenir d'autant plus de clarté. Un oculaire de $\frac{2}{5}$ pouce de foyer ſera propre à ce deſſein. Les Satellites de Jupiter doivent paroître très diſtinctement à travers une telle Lunette.

IV

IV Devis,
d'un objectif de 50 pouces de foyer.

Le premier verre AB étant également convexe de ſes deux côtés, le rayon doit être de $15\frac{71}{100}$ pouces.

Pour l'autre verre CD, concave dès deux côtés, on doit prendre

le rayon de ſa face { de devant $14\frac{88}{100}$ pouces.
de derriere $41\frac{31}{100}$ pouces.

Trois pouces d'ouverture ne ſeront certainement pas trop pour cet objectif, qui pourroit peut-être bien en ſouffrir une de 5 pouces: & partant il ſera très propre à groſſir les objets 100 fois, en le combinant avec un oculaire d'un demi-pouce de foyer. Une telle lunette de 4 pieds & un quart environ, produira donc un meilleur effet qu'une ordinaire de 30 pieds.

V Devis,
d'un objectif de 100 pouces de foyer.

Le rayon de l'une & de l'autre face convexe du premier verre AB doit être pris de $31\frac{43}{100}$ pouces.

L'autre verre concave des deux côtés doit être conſtruit de ſorte que le rayon de ſa face { de devant 29 $\frac{98}{100}$ pouces,
de derriere $82\frac{63}{100}$ pouces.

Ce ſera peu de choſe que de donner à ces verres une ouverture de 6 pouces, & de les employer pour groſſir 200 fois, en les joignant avec un oculaire d'un demi-pouce. Or, quand même on voudroit prendre un oculaire de trois quarts de pouce, peut-être que cette lunette produiroit un meilleur effet que même les plus longues dont les Aſtronomes ſe ſont ſervis juſqu'ici.

VI Devis,
d'un objectif de 200 pouces de foyer.

Le premier verre AB ſera formé de ſes deux côtés également convexe, en prenant le rayon de $62\frac{86}{100}$ pouces.

L'au-

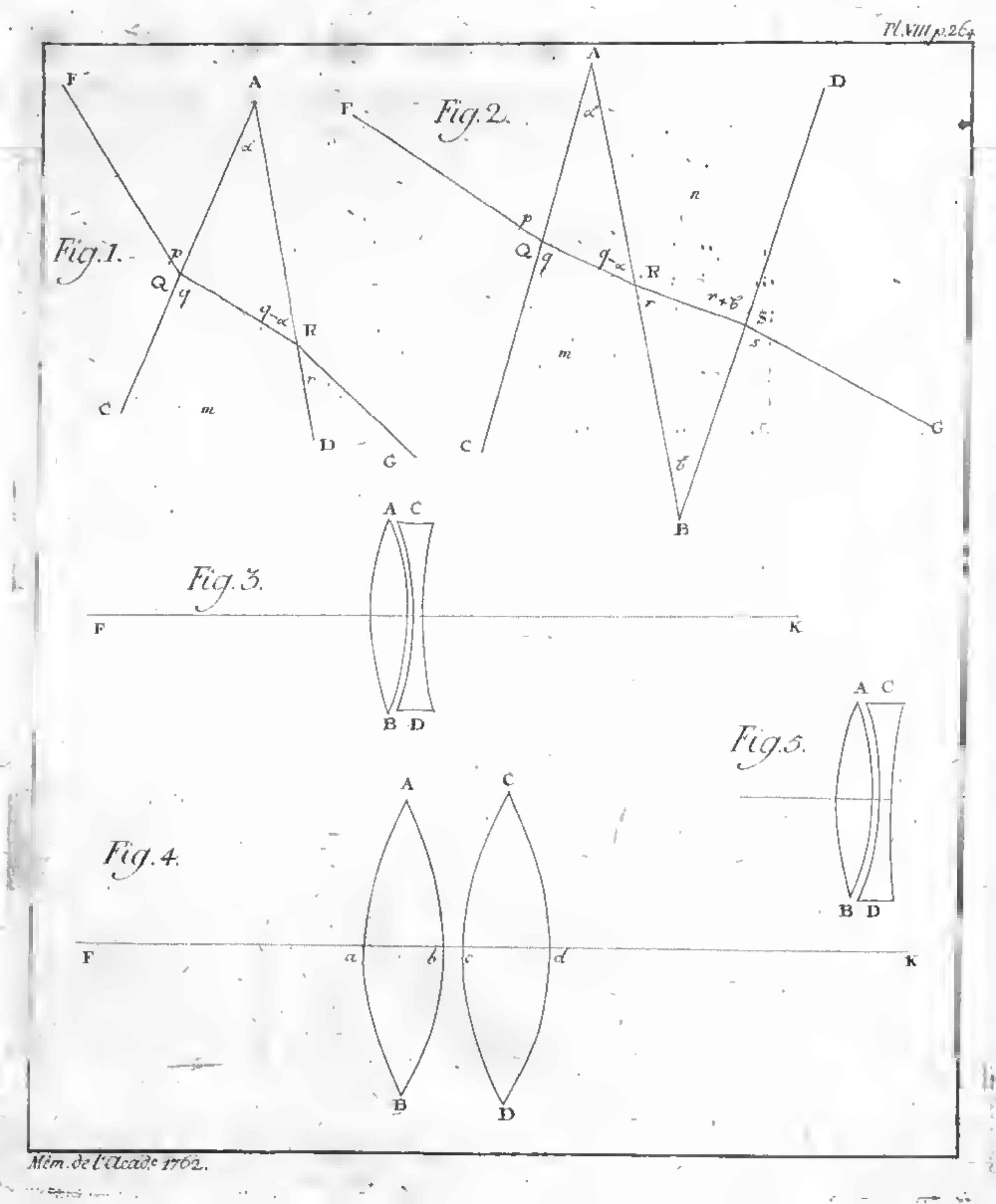
L'autre verre CD, concave des deux côtés, aura les meſures ſuivantes:

il faut prendre le rayon de ſa face { de devant $59\frac{97}{100}$ pouces,
de derriere $165\frac{26}{100}$ pouces.

Qu'on faſſe ces deux verres ſi grands, qu'ils ſoient ſuſceptibles d'une ouverture de 10 pouces, pour les employer à produire un groſſiſſement de 300 fois en diametre, à quoi un oculaire de $\frac{2}{3}$ pouce eſt propre. Il ſemble qu'on puiſſe bien aſſurer qu'une telle Lunette, ſoigneuſement exécutée, devroit ſurpaſſer tout ce qu'on a découvert juſqu'ici par le moyen des plus longues Lunettes. Il paroit encore douteux, ſi jamais une lunette a groſſi 300 fois, ſans parler de la clarté & du degré de diſtinction, en quoi celle-ci ſera de beaucoup préférable.

Si l'on vouloit doubler ces dernieres meſures pour former un objectif de 400 pouces de foyer, & ménager une ouverture de 15 pouces en diametre, un oculaire d'un pouce de foyer groſſiroit 400 fois les objets. Une telle Lunette ne feroit que de 34 pieds, & partant encore aſſez commode à manier, pendant que les très longues lunettes ordinaires ſont preſque inutiles à cet égard.

RE-


Fig. 1.
F
A
α
P
Q
q
q-α
R
r
C
m
D
G
Fig. 2.
F
A
α
D
n
p
Q
q
q-α
R
r
r+β
S
s
m
C
β
B
G
Fig. 3.
A C
F
K
B D
Fig. 5.
A C
B D
Fig. 4.
A
C
F
a
b
c
d
K
B
D